

オニグルミ林分の花粉生産速度

齋藤 秀樹

HIDEKI SAITO

Pollen production rates of Siebold walnut (*Juglans ailanthifolia*) stands

要旨：京都府美山町芦生にあるオニグルミ2林分の花粉生産量（生産速度）を調べた。若～壮齢木の林分Aでは1982～1985年の、老齢林分Bでは1982年と1983年の調査を行った。その結果は次のとおりである。

① 林分1haの雄花序落下個数と雄花序試料の花粉重をかけて求めた花粉生産量は林分A：41～220 kg/ha・yr, 林分B：27, 77 kg/ha・yr となった。花粉を含めた雄花序生産量に占める花粉割合は40～55%, 再生産器官のそれに対しては20～30%になる。

② 林分の花粉粒数生産量は林分A： $2.5 \times 10^{12} \sim 7.1 \times 10^{12}$ No. / ha・yr, 林分B： 1.6×10^{12} , 3.2×10^{12} No. / ha・yr と推定した。

③ 花粉1粒の平均乾重は同一年度では樹木差はなかった。しかし雄ずい中の花粉粒数, 雄花序を構成する雄花数や雄ずい数に違いがあるために雄花序あたりの花粉重は樹木によって異なっていた。

④ 落下雄花序の平均乾重は年度によって違いはないが落下個数には2.8倍の違いがあった。さらに, 花粉粒の乾重は花粉生産量に比例して大きいので, これらが花粉生産量の年次変動の原因となった。

⑤ 雄花序あたり花粉重および粒数の年次変動は約1.5倍であった。

⑥ 雄花序の落下個数は老齢林分の方が少なかったが, 総め花数には大差がなかった。老齢林分では, 花粉の粒数生産量が少いために成熟する果実数が少いと考えた。

まえがき

森林1haを構成する樹木群によって形成される花粉は毎年どれだけの乾重, 粒数になるのか, その調査はほとんどない¹⁻⁴⁾ ようである。この調査結果は生産生態学において価値があるばかりでなく, 植物の進化, 系統, 分布, 群落の維持などの研究や花粉分析法を採用する分野において, 広く基礎資料として価値があると確信する。

筆者らは1977年以来, いろいろな樹種の林分で花粉生産量を調査し, そのうちヒノキ林¹⁾とアカマツ林²⁻⁴⁾についてはすでに報告した。

本報告はクルミ科, オニグルミ *Juglans ailanthi-*

folia CARR. の林分における花粉の生産量推定, 花粉と再生産器官各部分との生産量の関係についてとりまとめたものである。開葯によって四散する花粉の生産量は, リタートラップ法による林分開花量と開葯直前の花試料に含まれる花粉量とから求めた。

調査林分は京都大学農学部芦生演習林が提供して下さった。現地調査では芦生演習林長川那辺三郎教授に多大の便宜をはかっていただいた。1982年の野外調査および花粉重測定には井坪豊明氏のご協力があった。以上の方々に対し, ここに厚く御礼申し上げます。

なお, 本研究の一部は文部省科学研究費補助金(課題番号 58560154)によったものである。

京都府立大学農学部造林学研究室

Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

昭和61年8月11日受理

調査林分

調査林分は京都大学芦生演習林（京都府北桑田郡美山町芦生）の上谷に所在するオニグルミ林分である。上谷は京都府東北端部にあり、福井県と隣接する。ここは由良川の源流にあたり、準平地地形をなす。今回の調査には、この由良川の河畔に成立する、若～壮齢木からなる比較的若い林分Aと老齢の林分Bを供試した。

Table 1 は、本調査林分にプロットを設定して毎木調査を行った結果を示す。高木層は大半がオニグルミであり、プロットの端に林分Aではミズキ2本が、林分Bではオオバアサガラ1本が存在するだけであった。したがって両林分とも純林と考えてよい。

林分Aのオニグルミは胸高直径 30～40 cm のものが多かった。老齢林分Bの個体は林分Aのものに比べて2倍以上の太さがある。林分Bでは樹冠と樹冠との間が広くあき、また当年枝の伸長速度も小さい。これらから判断すると林分Bは老衰期にはいつているように思われた。

本調査林分の階層構造は単純で、オニグルミの高木層と地上高 3 m までの下層が存在するだけであった。この下層にはサワフタギ、ヒメコマユミなどが構成する低木層、ネマガリダケの群落、および草本層の3タイプがあり、これらが斑状に分布していた。

本調査林分の標高は 660 m で、冷温帯落葉広葉樹

林帯下部に位置する⁵⁾。年降水量は 3,000 mm ちか⁵⁾い⁵⁾が、冬期は降雪となる。積雪期間は12月上旬から4月中旬まで、積雪深は 1.3～3.4 m に達している⁵⁾。地質は秩父古生層に属し、基岩は粘板岩、砂岩、珪岩が多い。

調査方法

オニグルミの雄花は尾状花序を形成し、開花後、この雄花序は分解せずに落下する。そこで、林分 1 ha での1年間の花粉生産量（生産速度）は、開花直前の雄花序試料に含まれる花粉量と林分あたりの雄花序落下個数とをかけて求めることができる。

本調査の花粉量は乾重および粒数について測定した。

1. 雄花序試料の花粉量

供試雄花序は林分Aの2～3本のオニグルミから、開花前の適期（Table 2 参照）に採集した。

1982年の花粉重の測定は次のようにして行った。開花前の花粉をもつ雄ずい（短い花糸を含む）750個を、6個の雄花序からランダムに抽出して秤量びんに入れ、85°C で48時間の乾燥をした。これを分析天秤を用いて室温で、0.1 mg まで測定した。次に、花粉放出後の6個の雄花序を微湯で洗い、付着する花粉を流出させた。これらから550個の雄ずいをとり、乾重を測定した。両測定値をそれぞれの供試雄ずい数でわった二つの平均値の差が、雄ずい1個あたりの平均花粉重になる（間接法）。このほかに、1982年には、開花前の

Table 1. Study stands of Siebold walnut (*Juglans ailanthifolia* CARR.), on the banks of a stream at Ashiu, Kyoto Prefecture. Figures in parentheses show the values per hectare.

Stand	A	B
Growth stage	Middle-aged	Old
Area of plot studied [m×m]	20×31	25×31
Siebold walnut		
Dominant tree height [m]	12-14	14-16
No. of trees [/plot]	17 (275)	7 (90)
Mean DBH [cm]	27.4	67.2
Range of DBH [cm]	10-53	53-85
Total basal area [m ² /plot]	1.19 (19.3)	2.57 (33.2)
Other trees: DBH≥4.5 cm		
No. of trees [/plot]	2 (32)*1	1 (13)*2
DBH [cm]	19 and 21	15
Total basal area [m ² /plot]	0.07 (1.1)*3	0.02 (0.2)

*1: *Cornus controversa* HEMSLEY.

*2: *Pterostyrax hispida* S. et Z.

*3: Including the climber of *Wisteria floribunda* (WILLD.) DC. (DBH: 6.8 cm).

118 雄ずいに含まれる花粉を秤量びん中の水に流し出し、乾燥後にその乾重を測定した（直接法）。残った雄ずいの乾重も測定した。

1983年の花粉重の測定は225個の雄ずいについて間接法で行った。

1984年と1985年には直接法で、4個の雄ずいの花粉をまとめて、0.01 mg まで測定した。供試雄ずい数は、4雄花序（1樹木あたり）からそれぞれ16個、合計64個である。これらの雄ずいは雄花序の全体から、位置的な偏りがないように抽出した。

花粉粒数の測定は、1個の雄ずいに含まれる花粉を1枚のスライドガラス上の水滴中に流出させてプレパラートを作成し、これをメカニカルステージ付き顕微鏡を用いて100倍に拡大して行った。供試した雄ずいの個数は1樹木あたり8～12である（Table 2 参照）。なお、この試料は50%酢酸溶液で固定したものをを用いた。

以上のようにして測定した雄ずいあたりの花粉量から雄花序あたりの値を求めるために、雄花につく雄ずい数および雄花序につく雄花数を調査した。

1983年の雄ずい数の測定は、1樹木から5雄花序をとり、各雄花序からは位置的偏りのないようにとった40個の雄花（合計200）について行った。1984年と1985年には、3雄花序からそれぞれ48個の雄花と1雄花序から58個、合計202個の雄花を各樹木について供試した。

雄花数の測定試料は、1983年は1樹木から15と20雄花序、1984年は14～18（合計49）、1985年は4～5本の当年枝につく全ての雄花序29～44（合計112）である。なお、1982年にはこの雄ずい数、雄花数の測定は行わなかった。

2. 林分の雄花序落下個数

林分1 ha で開花する雄花序個数をリタートラップ法で調査した。使用したリタートラップは1辺0.5 mの正方形の木わくに、水はけのよい化学繊維布ゴースを袋状（深さ0.45 m）にとりつけたものである。これを林分内に、受口を水平にして地上0.8 mの高さでランダムに設置した。1982年と1983年は10個、1984年と1985年は15個のトラップを用いた。トラップの上方を覆う下層木などは伐り払った。

この測定は開葉前（4月中旬～5月中旬）から落葉の終了後（11月下旬）まで行った。積雪期間には再生産器官の落下がほとんどないので測定を行わなかった。林分Aは1982～1985年の4年間、林分Bでは1982年と1983年について調査した。

トラップに入ったリタートフォールの採集は花の落下

が多い時期には約2週間の間隔で、それ以外の期間は約1か月に1度行った。採集したリターを未開花の雄花序、開花した雄花序、め花、未熟果実、成熟果実、果穂軸に分類してそれぞれの乾重および個数をトラップごとに測定した。開花雄花序の個数では小形のもの（長さ<10 cm）を分けて数えた。乾重は花粉のばあい（本章1節）と同じ方法で、1 mg まで測定した。リターは前記項目のほかに葉、枝と樹皮、虫ふんなどに分類し測定している。

結果および考察

1. 雄花序試料の花粉量

供試した雄花序について、これを採集した樹木ごとに、雄ずいあたりの花粉の乾重と粒数、雄花の雄ずい数、および雄花序の雄花数の各平均値から雄花序あたりの花粉量を求めたのが Table 2 である。Table 3 には1982年と1983年における雄ずい中の花粉重測定の結果を示した。

雄ずいあたりの平均花粉重は0.0711～0.131 mg まであり、これは1.8倍（=0.131/0.0711）の違いになる。これらの値は測定方法や試料数などが全て同一条件でえられたものではない。測定方法の違いをみると、間接法による1982年（Table 2 には直接法との平均値で示した）と1983年の値は、直接法の1984年、1985年の値より著しく小さい。しかし、Table 3 に示すように1982年に行った二つの方法による値は大略一致している。同じ測定方法の1984年と1985年については、3樹木の平均値間にそれぞれ20%と10%の違いがあり、また1984年の値の方が1985年より大きい。さらに、1982年と1983年の値は異なるが、雄ずいの花粉含有率は約70%で等しい（Table 3）。以上から、オニグルミ雄ずいの花粉重は年度によって、同一年度にも樹木によって異同があるといえる。

花粉粒数は雄ずいごとに測定した。この平均値には3,150～5,120粒まで、1.6倍の違いがあった。同一年度の樹木間では10%（1985年）から50%（1983年）の違いが認められた。3樹木の平均値を平均した各年度の値を比較すると1983年が最も多く（4,270粒）、1984年と1985年は等しく（3,770, 3,790粒）、最少は1982年（3,150粒）となる。先の花粉重における年度の順番は1984>1985>1982>1983であったから、粒数における順番とは一致していない。これは花粉粒の大きさが関係するもので、本章5節で検討する。

花粉粒数の雄ずい間の違いを変動係数でみる。同一樹木からの2～4雄花序試料からとった供試雄ずい8～12個については10～25%の範囲にあった。しかし大

Table 2. Estimation of the dry weight and number of pollen grains in male catkins sampled from 2-3 trees in Stand A. Figures show the mean or mean \pm standard deviation.

	No. of samples per tree	Tree 1	Tree 2	Tree 3	Mean of Trees 1-3	
(1) In 1982 (collected on 13 May 1982)						
Number:						
<i>a</i>	flowers per catkin				—	
<i>b</i>	stamens per flower				—	
$c=a \cdot b$	stamens per catkin				2,330* ¹⁰	
<i>d</i>	pollen grains per stamen	12* ⁴			3,150 \pm 462	
$e=c \cdot d$	pollen grains per catkin				7.33 $\times 10^6$	
Weight [mg]:						
<i>f</i>	pollen per stamen	—* ⁸			0.0760	
$g=c \cdot f$	pollen per catkin				177	
(2) In 1983 (collected on 10 May 1983)						
Number:						
<i>a</i>	flowers per catkin	15-20	261 \pm 32	256 \pm 23	259* ¹⁰	259
<i>b</i>	stamens per flower	202* ²	9.6 \pm 1.6	8.4 \pm 1.3	9.0* ¹⁰	9.0
$c=a \cdot b$	stamens per catkin		2,500	2,150	2,330	2,330
<i>d</i>	pollen grains per stamen	8* ⁵	5,120 \pm 1,210	4,220 \pm 693	3,460 \pm 324	—
$e=c \cdot d$	pollen grains per catkin		1.28 $\times 10^7$	9.08 $\times 10^6$	8.07 $\times 10^6$	9.98 $\times 10^6$
Weight [mg]:						
<i>f</i>	pollen per stamen	—* ⁸				0.0711
$g=c \cdot f$	pollen per catkin					165
(3) In 1984 (collected on 22 May 1984)						
Number:						
<i>a</i>	flowers per catkin	14-18	247 \pm 21	203 \pm 26	238 \pm 52	228
<i>b</i>	stamens per flower	202* ³	11.2 \pm 1.5	9.5 \pm 1.3	9.0 \pm 1.1	9.9
$c=a \cdot b$	stamens per catkin		2,760	1,920	2,140	2,270
<i>d</i>	pollen grains per stamen	12* ⁶	3,410 \pm 538	4,240 \pm 1,070	3,660 \pm 538	—
$e=c \cdot d$	pollen grains per catkin		9.40 $\times 10^6$	8.12 $\times 10^6$	7.83 $\times 10^6$	8.45 $\times 10^6$
Weight [mg]:						
<i>f</i>	pollen per stamen	64* ⁹	0.108 \pm 0.011	0.131 \pm 0.011	0.112 \pm 0.009	—
$g=c \cdot f$	pollen per catkin		297	251	239	262
(4) In 1985 (collected on 9 May 1985)						
Number:						
<i>a</i>	flowers per catkin	29-44* ¹	263 \pm 54	210 \pm 50	195 \pm 28	223
<i>b</i>	stamens per flower	202* ³	11.5 \pm 1.5	13.5 \pm 2.8	10.4 \pm 1.3	11.8
$c=a \cdot b$	stamens per catkin		3,030	2,850	2,040	2,640
<i>d</i>	pollen grains per stamen	12* ⁷	3,870 \pm 474	3,560 \pm 566	3,930 \pm 441	—
$e=c \cdot d$	pollen grains per catkin		1.17 $\times 10^7$	1.01 $\times 10^7$	8.01 $\times 10^6$	9.96 $\times 10^6$
Weight [mg]:						
<i>f</i>	pollen per stamen	64* ⁹	0.099 \pm 0.005	0.091 \pm 0.009	0.100 \pm 0.010	—
$g=c \cdot f$	pollen per catkin		300	260	204	255

*1: From 4-5 current-year shoots per tree. *2: 40 male flowers per catkin \times 5 catkins. *3: 48 male flowers per catkin \times 3 catkins and 58 male flowers \times 1 catkin. *4: 4 stamens per catkin \times 3 catkins. *5: 4 stamens per catkin \times 2 catkins. *6: 3 stamens per catkin \times 4 catkins. *7: 4 stamens per catkin \times 3 catkins. *8: See Table 3. *9: 16 stamens per catkins \times 4 catkins. *10: Mean values in 1983.

Table 3. Mean dry weight of pollen in stamens in 1982 and 1983 [mg/stamen].
Stamens were sampled from six male catkins of trees in Stand A.

Before anther opening (with pollen)	After anther opening (without pollen)	Pollen
(1) In 1982		
0.102 <i>n</i> =750	0.230 <i>n</i> =550	0.0790* ¹ (78%)
0.103	0.0305 <i>n</i> =118	0.0729* ² (71%) <i>n</i> =118
(2) In 1983		
0.102 <i>n</i> =225	0.0311 <i>n</i> =225	0.0711* ¹ (70%)

n: Number of stamens (anthers) sampled.

*¹: Determined from the difference between mean dry weight of anthers with and without pollen. *²: Measured directly.

(): Percentage of pollen to anther with pollen in dry weight.

半は15%前後を示し安定していた。

供試雄ずいが雄花序のどの位置：基部～先端部につく雄花からとったものかによる花粉重，粒数の違いを検討したが，ほとんど差異は認められなかった。

次に，雄花序を構成する雄花，雄ずいの個数についてみる。

雄花につく雄ずい数は4～20個までであった。しかし4～6個，14～20個の雄ずいをもつ雄花の出現頻度は少なく，90%以上の雄花は7～13個をつけていた。平均値でみると樹木間，年度間で違いがある。なかでも1985年の樹木2の値(13.5個)は他の2樹木に比べて2個以上も多い。この樹木2の雄花には14～18個の雄ずいをもつものが50%ちかくあった。

雄花序における雄ずい数(雄花あたり)の位置的な違いとして，雄花序先端につく雄花ほど雄ずい数が漸減する傾向が認められた。また，雄花あたり雄ずい数別にみた雄花数頻度分布は正規型を示している。

各樹木の雄花序につく平均雄花数の変動係数は10～25%と小さかった。

雄花の平均雄ずい数と雄花序の平均雄花数をかけて雄花序1個の総雄ずい数を求めた。その値は1,920～3,030個まであり，1.6倍の違いがある。樹木の平均値を平均した値を比べた年度間の違いは小さい(1.1倍)。

供試した樹木ごとに，総雄ずい数に雄ずいあたり花粉の平均重または粒数をかけて雄花序1個に含まれる花粉量を求めた。総雄ずい数の測定を行わなかった1982年には1983年の平均値を用いた。前述したように1983～1985年の総雄ずい数の違いは小さいから，これによる1982年の誤差はほとんどないと思う。この花粉

の乾重は165～300 mg，粒数は $7.33 \times 10^6 \sim 1.27 \times 10^7$ 粒まであり，約1.8倍の違いがある。各年度の値を比べると約1.5倍の違いであった。

2. 林分の雄花序，め花，果実の落下量

再生産器官の各部分の年間落下量(乾重，個数)について，トラップ間の平均値を，一部には標準偏差をつけて Table 4 に示した。

まず，各部分の日落下速度の季節変化をみる。開花した雄花序は5月中旬～6月上旬までの期間に集中して落下した。開花の遅れた1984年には落下も遅れ，6月上，中旬に集中した。7月以降の落下は年間量の1%以下である。未開花のもの(つぼみ)も同じ落下の季節パターンを示した。め花の落下は開花雄花序のそれと同一時期に始まった。その後には落下するものは時間経過につれて発達したが，この未熟果実の落下は7月に多くみられた。8～9月にはこの果実の落下はほとんどなく，10月～11月上旬になって再び落下した果実は成熟したものであった。11月中，下旬には果実の落下は認められなかった。

以上に述べた落下の季節変化から考えて，本調査期間の落下量はその年度の生産量をあらわしている。

林分Aにおける開花雄花序の落下重の年次変動は2.6倍(最大値/最小値)であった。林分Bも同じである。1982年と1984年の落下重が多く，また両年の値はほぼ一致する。1985年にはこの両年の値より約20%少い。さらに1983年の落下は少なかった。開花雄花序の落下数も乾重のばあいと同じ傾向を示した。

開花雄花序の落下が少ない年度には未開花のもの落下が多い。その乾重割合は，開花したのものに対して

Table 4. Annual fall rates of the reproductive parts of Siebold walnut, measured by litter traps (0.5 m × 0.5 m each). Figures show the mean or mean ± standard deviation for 10 litter traps in 1982 and 1983, and for 15 in 1984 and 1985.

Year of flowering	Male catkins		Fruits			Stalks of f. flowers
	Closed	Open	Preripe	Ripe	Total	
(1) Stand A	[kg/ha·yr]					
1982	0	154.2 ± 50.7	5.3	335.2	340.5 ± 710.7	0
1983	2.0	58.4 ± 22.8	18.0	0	18.0 ± 28.0	0
1984	0.2* ¹	151.4 ± 55.0	1.7	288.7	290.4 ± 149.5	4.8
1985	4.4	122.5 ± 46.3	106.0	71.7	177.7 ± 203.7	12.1
Mean	1.7	121.6	32.8	173.9	206.7	4.2
	[×10 ⁴ No./ha·yr]					
1982	0	78.8 ± 23.7* ²	6.4	7.2	13.6 ± 18.9	0
1983	1.3	29.5 ± 12.1* ²	5.8	0	5.8 ± 3.3	0
1984	0	83.7 ± 26.3	16.8	7.5	24.3 ± 17.9	0.8
1985	5.1	64.8 ± 18.7* ²	27.5	1.9	29.3 ± 21.8	2.7
Mean	1.6	64.2	14.1	4.1	18.2	0.9
(2) Stand B	[kg/ha·yr]					
1982	0.2	110.9 ± 32.1	5.0	54.7	59.6 ± 88.1	0
1983	4.3	43.3 ± 12.8	68.8	33.6	102.4 ± 125.3	0
Mean	2.3	77.1	36.9	44.1	81.0	0
	[×10 ⁴ No./ha·yr]					
1982	0.8	52.8 ± 18.9* ³	21.6	1.2	22.8 ± 16.9	0
1983	6.4	23.7 ± 10.3* ³	10.5	0.8	11.3 ± 6.3	0
Mean	3.6	38.2	16.1	1.0	17.1	0

Closed: Before anther opening. Preripe: Including female flowers. *¹: Fragments only.

*²: Including the short male catkins (<10 cm in length) of 9.2×10^4 No./ha·yr in 1982, 7.2×10^4 in 1983 and 9.1×10^4 in 1985. *³: Including the short male catkins of 18.8×10^4 No./ha·yr in 1982 and 15.1×10^4 in 1983.

林分Aの1983年, 1985年が3.5%, 林分Bの1983年が10%である。個数の割合ではこれらより高い値を示した。老齡林分Bの1983年のばあいは, 未開花のもの個数が全雄花芽数(開花, 未開花の雄花序落下数の合計)に対して20%に達している。

雄花序(以下, ことわらない限り開花したものをさす)の落下重および個数を2調査林分間で比べると若い林分Aの方が多かった。

成熟果実の落下重についてみると, その年次変動は雄花序のそれと大略対応している。雄花序の落下が最も少なかった1983年の林分Aでは, 成熟果実の落下は認められなかった。め花, 未熟果実, 成熟果実の落下重合計の年次変動は林分Aでは19倍と大きい。林分Bでは1.7倍しかなく, また林分Aとは逆に1983年の方が多い。しかし落下個数の合計(総め花数に相当)では1983年の方が少なくなっている。

ここで, め花を含む未熟, 成熟果実の落下重合計に

ついてのトラップ間の変動係数をみると50~200%と非常に大きかった。個数のばあいには, 林分Aの1982年の140%を除けば55~75%で, 乾重での値に比べて小さい。オニグルミの果実は果穂軸に塊状につき, さらに大形の果実である。したがって, このような大きな変動係数を示すことになり, 測定精度が粗くなったのは遺憾である。

雄花序についてのトラップ間の変動係数は乾重, 個数ともに30~40%であった。本調査と同じ大きさのトラップ20個を用いた若いアカマツ林の雄花落下量測定でも変動係数は30~70%となっており³⁾, これは今回の値より大きい。

総め花(め花, 未熟・成熟果実の合計)のうちで成熟する果実の個数割合は, 林分Aでは雄花序落下の少ない年度(1983, 1985年)には小さい(0, 6%)。一方, 雄花序の落下が多い年(1982, 1984年)にはその割合も大きい(31, 53%)。林分Bの成熟果実割合は約6

%で、これは林分Aの雄花序落下の少ない年度の値と一致する。なお、林分Bの総め花数は林分Aと大差がなかった。

3. 林分の花粉生産量（乾重）の推定と再生産器官の生産量

雄花序試料に含まれる平均花粉重（Table 2）と林分1 haあたりの開花雄花序の年間落下個数（Table 4）とを掛けて各年度の花粉生産量を求め、Table 5に示した。このTable 5には落下重から求めた再生産器官部分の生産量もあわせて示してある。

林分Bの推定にも林分Aと同じ雄花序試料の値を使った。小形の雄花序（長さ<10 cm）（Table 4）には雄花序試料の1/2の花粉重をあてた。

林分Aにおける4年間の花粉生産量は41~220 kg/ha・yr、平均140 kg/ha・yrとなった。林分Bでは27と77 kg/ha・yr、平均52 kg/ha・yrである。両調査林分の値を同一年度間で比べると、老齢な林分Bの方が少くて、林分Aの約60%に相当する。4年間調査した林分Aのその年次変動は5.3倍となった。これは花粉を含んでいない雄花序の落下重のばあい（2.6倍）の2倍の大きさである。

オニグルミ林分Aの花粉生産量の最大値220 kg/ha・yrは壮齢ヒノキ人工林の最大値（209.9 kg/ha・yr）¹⁾と一致している。しかし最小値（ヒノキ林分：14.59

kg/ha・yr）¹⁾間を比較するとオニグルミ林分の方が多。アカマツの4林分²⁻⁴⁾との比較では、最大値はアカマツ林分（170 kg/ha・yr）⁴⁾より多く、最小値（38 kg/ha・yr）⁴⁾は一致した。アカマツ林分の花粉生産量は地位の良い林分ほど多い傾向が認められている⁴⁾。したがって、厳密な樹種間の比較は今後の研究にまたなければならない。

花粉生産量の年次変動の大きさを、最大値/最小値を使って比較する。3年間調査したヒノキ林分の値は14倍¹⁾、若いアカマツ林分の5年間の調査で1.8倍³⁾、このほかの2年間調査のアカマツ3林分では1.2²⁾~2.1倍⁴⁾と報告されている。これらの結果から、乾重での年次変動は、ヒノキ>オニグルミ>アカマツといえる。

花粉の生産量に未開花と開花の雄花序落下重を加えた生産量は、最大値は371 kg/ha・yrに達した。最小値では林分Aは102 kg/ha・yr、林分Bは74.4 kg/ha・yrになった。この雄花序生産量にしめる花粉の割合は40~55%の範囲にあり、生産量の少ない年には花粉割合が小さくなる傾向がみられる。

果穂軸も加えたすべての再生産器官の生産量は120~667 kg/ha・yrであった。このうちで花粉のしめる割合は20~30%である。また花粉を含めた雄花序生産量のしめる割合は、結実の良否によるが、45~85%の

Table 5. Estimation of annual production rates of pollen, male catkins (pollen bearing) and fruits [kg/ha・yr], and the maximum/minimum ratio. Pollen production rates were estimated from annual fallen number of open male catkins and mean dry weight of pollen contained in sampled male catkins for each year (cf. Tables 2 and 4). Two short catkins (<10 cm in length) were converted to one long or sound catkin.

Year	Pollen	Male catkins*1	Fruits and stalks*2	Total
(1) Stand A				
1982	130 (46%)	287	341	628
1983	41 (41%)	102	18.0	120
1984	220 (59%)	371	295	667
1985	150 (55%)	280	190	470
Mean	140 (53%)	260	211	471
Max/Min	5.3	3.7	19	5.6
(2) Stand B				
1982	77 (41%)	188	59.6	248
1983	27 (36%)	74.4	102	177
Mean	52 (39%)	131	81.0	212
Max/Min	2.9	2.5	1.7	1.4

*1: Pollen and closed male catkins (see Table 4) included.

*2: See Table 4. (): Pollen content in the dry weight of totaled male catkins.

Table 6. Estimation of annual production rates (in number) of pollen grains [No./ha·yr], the maximum/minimum ratio, and the relative number of pollen grains to ripe fruits or total female flowers. For the estimation method, see Table 5.

Year	Production rates of pollen grains [No./ha·yr]	Relative number of pollen grains to:	
		ripe fruits*1 [No./No.]	total f. flowers*1 [No./No.]
(1) Stand A			
1982	5.5×10^{12}	7.7×10^7	4.1×10^7
1983	2.5×10^{12}	—	4.3×10^7
1984	7.1×10^{12}	9.5×10^7	2.9×10^7
1985	6.0×10^{12}	1.5×10^8	2.0×10^7
Mean	5.3×10^{12}	1.1×10^8 *2	3.3×10^7
Max/Min	2.8		
(2) Stand B			
1982	3.2×10^{12}	2.7×10^8	1.4×10^7
1983	1.6×10^{12}	2.0×10^8	1.4×10^7
Mean	2.4×10^{12}	2.3×10^8	1.4×10^7
Max/Min	2.0		

*1: See Table 4. *2: Based on three years.

幅が認められた。

4. 林分の花粉粒数生産量の推定

Table 6 は、林分 1 ha が 1 年間に生産した花粉粒数、つまり粒数生産量を推定したものである。計算方法は乾重のばあいと同じにした。このほか Table 6 には、総め花数および成熟果実数に対する花粉粒数の相対値も示してある。

林分 A の花粉の粒数生産量は 1983 年の 2.5×10^{12} No./ha·yr から 7.1×10^{12} No./ha·yr (1984年) で、2.8 倍の年次変動があった。1983 年をのぞいた 3 か年の値には小さな (1.3 倍) 違いしかみられない。この 4 年間の年次変動の大きさは、乾重のばあいに比べて約 1/2 にあたり、また雄花序落下量のそれに等しい。雄花序の落下量が少ない 1983 年の雄花序試料の花粉量をみると、花粉の乾重は 4 年間で最小なのに粒数では多くなっている。これが粒数生産量の年次変動を小さくした原因である。花粉粒の大きさについては次節 5 で述べる。

老齢の林分 B の粒数生産量は林分 A の約 60% の値であった。

次に、既報¹⁻⁴⁾の花粉粒数生産量と比較する。

林分 A の最大値は壮齡ヒノキ人工林の最大値 (3.7×10^{13} No./ha·yr)¹⁾ の 20% にすぎなかった。最小値 (ヒノキ林分: 2.6×10^{12} No./ha·yr)¹⁾ ではほぼ一致している。したがって平均値を比べるとヒノキ林分

の方が多くなる。しかし、このヒノキ林分の年次変動が 14 倍¹⁾ と大きいことから考えると、平均値間の比較の意味は薄い。ヒノキ林分の長期間の継続調査が必要である。

若いアカマツ林分で 5 年間調査した結果 (4.4×10^{12} ~ 7.1×10^{12} No./ha·yr)³⁾ と比べると、オニグルミ林分 A の結果と大略一致している。このアカマツ林分は地位指数 III であった⁴⁾。アカマツ林分では地位の良い方が花粉生産量が多くなる傾向が認められていて⁴⁾、地位 II の林分で 1.1×10^{13} No./ha·yr の値が報告されている⁴⁾。

総め花数に対する花粉粒数の相対値は林分 B では一致しているが、林分 A では年度によって 2 倍の違いがみられる。この相対値の大小と花粉や再生産器官の生産量との間には対応関係が認められない。め花や果実の落下量の測定精度が粗いこと (本章 2 節参照) を考慮すると、この相対値は林分ごとに一定になると思われる。これと同じ結果がヒノキ林分でも認められている¹⁾。

成熟果実数に対する相対値についても、前述した測定精度の粗さが関係していると考えられる。1983 年の林分 A では 10 個のリタートラップに成熟果実が入らなかったで、この相対値は求められなかった。

これらの相対値を林分 A と B とで比べると、1 個の成熟果実をえるのに必要な花粉粒は林分 B の方が多い。

Table 7. Changes of the mean dry weight of fallen male catkins and pollen grains in relation to the annual fluctuations of pollen production rates (Stand A).

Year	Pollen production rates*1 [kg/ha·yr]	Mean wt. of fallen catkins*2 [mg/catkin]	Mean dry weight of pollen grains*3 [10 ⁻⁵ mg/pollen grain]			
			Tree 1	Tree 2	Tree 3	Mean
1982	130	196				2.42
1983	41	198				1.66
1984	220	181	3.15	3.10	3.06	3.11
1985	150	189	2.54	2.57	2.56	2.56
Mean	140	191				2.43

*1: See Table 5. *2: Ratios of the dry weight to the number of open male catkins measured by litter traps (cf. Table 4). *3: Ratios of the mean dry weight to the mean number of pollen grains per stamen (cf. Table 2).

これは林分Bの成熟果実数が少いためである。一方、総め花数の相対値については林分Bの方が小さい。これは相対値の除数となる総め花数は林分Bが多く、さらに被除数となる花粉粒数が少いことに起因する。本調査林分での落果が未受精によると仮定すれば、林分Bの成熟果実が少ないのは花粉の粒数生産量が少いためだと考えられる。オニグルミは老齢になると、め花数は若い林分とほとんど変わらないが、雄花序の個数は減少して花粉の生産量が少くなる。その結果、老齢林分では成熟する果実が少ないといえる。

5. 花粉生産量と花粉粒の乾重の関係

各試料木の雄ずいあたりの花粉重を同粒数で割って求めた花粉1粒の平均乾重、落下雄花序の平均乾重、および林分の花粉生産量を Table 7 に示した。

1984年と1985年の花粉粒の平均乾重を3樹木間で比べるとよく一致している。Table 2 に示したように雄ずいに含まれる花粉重は、試料を採集した3樹木によって違っていたが、これは雄ずいに含まれる花粉粒数の違いによるものといえる。

一方、年度別にみた花粉粒の平均乾重は $1.66 \times 10^{-5} \sim 3.11 \times 10^{-5}$ mg まで、1.9倍の違いがある。この値は、先に推定した林分の花粉生産量との間に比例関係が認められ、花粉生産量が多い年度には形成される花粉粒も重くなった。

アカマツ花粉粒の乾重には、今回のオニグルミのような変化は報告されていない²⁻⁴⁾。

開花後に落下した雄花序の平均乾重を計算すると、年度による違いはほとんどなかった。つまり花粉を形成する器官部分である雄花序は、花粉を除いた器の重さは一定といえる。これは、雄花序の総雄ずい数が年度によってほとんど変わらなかったこと（本章1節）と

一致する。なお、この乾重は雄花序の細片化、腐朽などで過小値であると思う。

以上の結果と本章1、2節の結果とからオニグルミ林分の花粉生産についてまとめると次のようになる。

同一年度において形成される花粉粒の乾重は樹木個体による差はない。しかし雄ずい中の花粉粒数の違いや雄花序を構成する雄花数、雄ずい数の違いによって、雄花序あたりの花粉重は樹木によって異ってくる。花粉を形成する雄花序（花粉を除く）の乾重についてみると毎年一定である。また雄花序あたりの平均総雄ずい数の年次変動もほとんど認められない。しかし、林分で開花する雄花序の個数は年によって変わり、これが花粉生産量の年次変動を起す一つの原因である。花粉生産量の多い年度に形成される花粉粒の乾重は大きいので、年次変動の大きさはさらに拡大する。林分の花粉粒数生産量の年次変動は乾重のばあいの約1/2である。

以上のように、二つのオニグルミ林分の花粉生産量について、また花粉とその他再生産器官部分との量的な関係について考察した。今回の調査林分は貧弱で、とくに林分面積が小さいのは遺憾であった。林分面積が小さいとトラップを設置して調査対象にできる樹木個体数が少ない。これから、再生産器官の生産量に関して遺伝的な偏りが心配される。オニグルミ果実は重力散布をするから少数の母樹からの林分の更新成立が考えられる。本調査では10または15個のトラップを用いたが、め花、果実の測定値に関する変動係数は大きくて測定精度が低くなった。今後、測定方法を改良して他の地域のオニグルミ林分を調査する必要がある。

引用文献

- 1) 齋藤 秀樹・竹岡 政治 (1983) : 壮齡ヒノキ人工林の花粉生産量, 日生態会誌, **33**, 365-373.
- 2) ———・三嶋陽治・野川 覚・竹岡政治(1984) : 75年生アカマツ林の花粉生産速度, 京都府大学報・農, **36**, 9-18.
- 3) SAITO, H. and TAKEOKA, M. (1985) : Pollen production rates in a young Japanese red pine forest, Jpn. J. Ecol., **35**, 67-76.
- 4) 関口 一・野川 覚・齋藤秀樹・竹岡政治(1986) : 壮齡アカマツ林の花粉生産量, 日林誌, **68**, 143-149.
- 5) 齋藤秀樹 (1982) : ブナ林の伐採跡に更新した常緑広葉樹エゾユズリハ群落の物質生産, 日林誌, **64**, 390-394.

Summary

Annual production rates of pollen, flowers and fruits of two Siebold walnut (*Juglans ailanthifolia* CARR.) stands in the lower part of a cool-temperate deciduous broadleaf forest zone, 40 km north of Kyoto City, were studied. Measurements during four successive years from 1982 to 1985 were made in Stand A, which consisted of young to middle-aged trees, and for the years 1982 and 1983, in Stand B in which the trees were at the old growth stage. The results were as follows.

1. Pollen production rates, which were determined by the number of fallen male catkins per 1-hectare stand per year and the mean dry weight of pollen contained in catkin samples, were 41-220 kg/ha・yr for Stand A, and 27 and 77 kg/ha・yr for Stand B. The pollen content of the production rates of catkins bearing pollen was 40-55%, and that of the reproductive organs, 20-30%.

2. Production rates (by number) of pollen grains were determined to be 2.5×10^{12} - 7.1×10^{12} /ha・yr for Stand A, and 1.6×10^{12} and 3.2×10^{12} /ha・yr for Stand B.

3. No differences were found among three sampled trees for each year with regard to the mean

dry weight of pollen grains. However, the mean dry weight of pollen per catkin varied among the sampled trees because of the differences in the numbers of pollen grains per stamen, stamens per flower and flowers per catkin.

4. Changes in the mean dry weight of fallen catkins (without pollen) were slight among the years studied. However, annual fluctuations in the pollen production rates (maximum/minimum ratio: 5.4) were caused by differences in both the numbers of fallen catkins (max./min. ratio: 2.8) and the mean dry weight of pollen grains, which proportionally increased with increasing pollen production rates.

5. Little annual change was found in the numbers of pollen grains contained in catkin samples.

6. The old Stand B had a smaller number of fallen catkins than young Stand A. However, with regard to the total number of female flowers, including preripect and ripe fruits, there was little difference between the two stands. The lower number of ripe fruits in old Stand B might have been due to the low production rates (in number) of pollen grains.